



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Medicina Veterinaria
Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria

**Perfil bioquímico sanguíneo hepático de venados cola
blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautiverio en Lima**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Médico Veterinario

AUTOR

David Víctor ALHUAY ALHUAY

Lima, Perú

2007



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Alhuay D. Perfil bioquímico sanguíneo hepático de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en cautiverio en Lima [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Escuela Profesional de Medicina Veterinaria; 2007.

Para mis queridos padres, Víctor y Juana, por ser ejemplo de vida y brindarme siempre su apoyo incondicional.

Para mi hermana, Ángela, con mucho afecto por su comprensión y mostrarme siempre su preocupación.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Olga Li, directora de la presente tesis, por su cariño, ayuda y paciencia.

Al Dr. Arnaldo Alvarado por su confianza, amistad y comprensión.

Al Dr. Néstor Falcón por su confianza, consejos y colaboración.

Al personal del laboratorio de Patología Clínica, a la Sra. Blanca y al Sr. Archie por sus conocimientos y comprensión.

Al personal del Zoológico Huachipa, del Zoocriadero de la Inmaculada y del Parque Ecológico Santa Rosa de Lima, que colaboraron con la realización de la presente tesis: Dr. Gianmarco Rojas, Dra. Patricia Ríos y el personal en general.

CONTENIDO

	Página
Resumen	ii
Summary	iii
Lista de Cuadros	iv
Lista de Apéndice	v
Lista de Abreviaciones	vii
I. Introducción	1
II. Revisión Bibliográfica	
2.1 Generalidades	3
2.1.1 Taxonomía.	3
2.1.2 Características.	4
2.1.3 Hábitat .	5
2.1.4 Etología.	5
2.1.5 Alimentación.	6
2.1.6 Reproducción.	8
2.1.7 Crianza en cautiverio.	9
2.2 Bioquímica Clínica.	10
2.2.1 Pruebas de funcionamiento hepático.	11
2.2.2 Pruebas con base en el metabolismo y eliminación de los pigmentos biliares.	12
2.2.2.1 Bilirrubina Total y Bilirrubina Directa.	12
2.2.3 Pruebas con base en el metabolismo de las proteínas.	14
2.2.3.1 Proteínas totales.	14
2.2.3.2 Albúmina.	15
2.2.4 Pruebas con base en la actividad de las enzimas séricas.	16
2.2.4.1 Alanino Amino Transferasa (ALT/SGPT).	18
2.2.4.2 Aspartato Amino Transferasa (AST/SGOT).	20
2.2.4.3 Fosfatasa Alcalina (FA).	22
2.2.4.4 Gamma Glutamil Transferasa (GGT).	24

III. Materiales y Métodos	
3.1 Materiales	26
3.1.1 Localización.	26
3.1.2 Animales.	27
3.1.3 Materiales de Laboratorio.	27
3.2 Métodos	29
3.2.1 Obtención de muestras.	29
3.2.2 Procedimiento.	29
3.2.2.1 Determinación Bilirrubina Total y Directa.	30
3.2.2.2 Determinación de Proteínas totales.	31
3.2.2.3 Determinación de Albúmina.	32
3.2.2.4 Determinación de ALT.	33
3.2.2.5 Determinación de AST.	34
3.2.2.6 Determinación de FA.	35
3.2.2.7 Determinación de GGT.	36
3.3 Análisis de Datos.	37
IV. Resultados.	38
V. Discusión.	42
VI. Conclusiones.	48
VII. Bibliografía.	49
VIII. Apéndice.	54

RESUMEN

El presente estudio se efectuó en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) criado en cautiverio en la provincia de Lima. El objetivo fue determinar el perfil bioquímico sanguíneo hepático a través de los valores séricos referenciales de Bilirrubina Total y Directa, Proteínas Totales, Albúmina, Alanino Amino Transferasa (ALT), Aspartato Amino Transferasa (AST), Fosfatasa Alcalina (FA) y Gamma Glutamyl Transferasa (GGT) de animales anestesiados y aparentemente normales. Se emplearon 23 animales (7 machos y 16 hembras), mayores de 1 año, procedentes del Zoológico Huachipa, del Parque Ecológico Santa Rosa de Lima y del Zoocriadero de la Inmaculada; ubicados en la provincia de Lima-Perú. Los animales fueron anestesiados con Clorhidrato de Ketamina (Zoológico Huachipa) y una combinación de Ketamina y Clorhidrato de Xilacina (Parque Ecológico Santa Rosa de Lima y Zoocriadero de la Inmaculada). Se extrajo 7cc de sangre por punción de la vena safena; colectadas en tubos estériles sin anticoagulante, para la obtención del suero. Los sueros fueron procesados en el Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Los valores encontrados (media \pm DE) fueron: Bilirrubina Total (mg/dl) 0.6 ± 0.3 ($0.3 - 1.1$); Bilirrubina Directa (mg/dl) 0.08 ± 0.06 ($0.05 - 0.26$); Proteínas Totales (g/dl) 6.6 ± 0.7 ($5.5 - 7.8$); Albúmina (g/dl) 3.6 ± 0.5 ($2.8 - 4.6$); ALT (UI/l) 26.0 ± 9.7 ($12.0 - 54.0$); AST (UI/l) 87.6 ± 22.9 ($46.0 - 150.0$); FA (UI/l) 73.9 ± 33.8 ($13.0 - 136.0$) y GGT (UI/l) 42.5 ± 12.6 ($11.0 - 61.0$). No hubo diferencia significativa por sexo, excepto ($p < 0.05$) para BT y albúmina; mientras que para la variable procedencia sólo hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) para GGT.

Palabras clave: *Odocoileus virginianus*, parámetros bioquímicos, cautiverio.

SUMMARY

This research was carried out in the white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) kept under captivity in province of Lima. The objective of this work was to establish reference serum chemistry values for Bilirubin Total and Direct, Total Protein, Albumin, Alanine Amino Transferase (ALT), Aspartate Amino Transferase (AST), Alkaline Phosphatase (FA) and Gamma Glutamyl Transferase (GGT); from anesthetic animals, under captivity and showed healthy conditions. The animals used 23 (7 males and 16 females), all adults; came from Huachipa Zoo, Campo Santo Santa Rosa de Lima Ecological Park and La Inmaculada Zoo; located in province of Lima, Perú. For better handling, the animals were anesthetized with ketamine hydrochloride (Huachipa Zoo) and a combination of ketamine hydrochloride and Xylazine hydrochloride (Santa Rosa de Lima Ecological Park and La Inmaculada Zoo). Blood samples (7cc) were collected from the the safen vein in steril tubs without anticoagulant; then obtained the serum. Serum was processed in the Clinic Pathology Laboratory, Faculty of Veterinary Medicine, San Marcos University, in Lima. The values (mean \pm SD) registered were: Total Bilirubin (mg/dl) 0.6 ± 0.3 (0.3 – 1.1); Direct Bilirubin (mg/dl) 0.08 ± 0.06 (0.05 – 0.26); Total Protein (g/dl) 6.6 ± 0.7 (5.5 – 7.8); Albumin (g/dl) 3.6 ± 0.5 (2.8 – 4.6); ALT (UI/l) 26.0 ± 9.7 (12.0 – 54.0); AST (UI/l) 87.6 ± 22.9 (46.0 – 150.0); FA (UI/l) 73.9 ± 33.8 (13.0 – 136.0) and GGT (UI/l) 42.5 ± 12.6 (11.0 – 61.0). There were not differences between males and females, except ($p < 0.05$) for TB and albumin; while for effects of procedence only there was difference ($p < 0.05$) for GGT.

Key words: *Odocoileus virginianus*, biochemical parameters, captivity.

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro N° 1 Valores de bioquímica sanguínea para evaluar función hepática en el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>).	39
Cuadro N° 2 Valores comparativos de bioquímica sanguínea hepática para machos y hembras del venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>).	40
Cuadro N° 3 Valores de bioquímica sanguínea hepática en el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) de acuerdo al lugar de procedencia.	41

LISTA DE APÉNDICE

	Página
Apéndice N° 1 Resultados de bioquímica sérica para evaluar función hepática en el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) criado en cautiverio en la provincia de Lima.	54
Apéndice N° 2 Resultados de bioquímica sérica para evaluar función hepática en el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) criado en cautiverio en la provincia de Lima.	55
Apéndice N° 3 Valores comparativos del perfil bioquímico hepático sanguíneo en Venados cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>).	56
Apéndice N° 4 y 5 Resultados de bioquímica sérica hepática en venados cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) no anestesiados criados en cautiverio en el Zoológico Huachipa.	57
Apéndice N° 6 y 7 Resultados de bioquímica sérica hepática en cervatillos cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) anestesiados, criados en cautiverio en el Parque Ecológico Santa Rosa de Lima.	58
Apéndice N° 8 Distribución geográfica del Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en América.	59
Apéndice N° 9 Instalaciones del Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el Zoocriadero de la Inmaculada.	60
Apéndice N° 10 Instalaciones del Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el Parque Ecológico Santa Rosa de Lima.	60

Apéndice N° 11 Aplicación del anestésico utilizando una cerbatana conteniendo un dardo cargado.	61
Apéndice N° 12 Ejemplar de Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) anestesiado.	61
Apéndice N° 13 Extracción de sangre de la vena safena.	62
Apéndice N° 14 Materiales y equipos para la determinación del perfil bioquímico sanguíneo hepático.	62
Apéndice N° 15 Obtención del suero después del proceso de centrifugación.	63
Apéndice N° 16 Procesamiento de las muestras.	63
Apéndice N° 17 Lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro.	64

LISTA DE ABREVIACIONES

BT	:	Bilirrubina Total
BD	:	Bilirrubina Directa
PT	:	Proteínas Totales
ALT (SGPT)	:	Alanino Amino Transferasa
AST (SGOT)	:	Aspartato Amino Transferasa
FA	:	Fosfatasa Alcalina
GGT	:	Gamma Glutamil Transferasa
ISIS	:	International Species Information System

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país con una fauna muy variada, que incluye miles de especies, muchas de ellas nativas y poco conocidas. Los principales grupos de especies son los mamíferos (460 especies). La fauna tiene una alta importancia para el país en lo económico, social y científica (Brack y Mendiola, 2000).

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es un componente importante de la fauna silvestre y es ávidamente buscado por cazadores, fotógrafos y observadores de naturaleza (Dewey *et al.*, 2003).

Una variedad de enfermedades y parásitos podrían ser transportados por el venado cola blanca, y que tienen un efecto deletéreo potencial sobre humanos y animales domésticos. Estos incluyen el anthrax, varios arbovirus, la fiebre aftosa, y la tuberculosis (Fargione y Curtis, 1998 ; Palmer *et al.*, 2002).

Desde el punto de vista de la salud pública, estas especies son importantes porque sirven como hospederos para las garrapatas que llevan las bacterias responsables de la enfermedad de Lyme, enfermedad común y progresiva en ciertas partes de los Estados Unidos (Dewey *et al.*, 2003). Además estudios experimentales y de campo han implicado igualmente al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) como probable hospedero reservorio para *Ehrlichia chaffensis*, el agente causante de ehrlichiosis monocítica humana (Dummler, 1999 ; Lockhart *et al.*, 1997).

La sangre de mamíferos tiene una notable tendencia para mantener constante su composición cuando éstos se encuentran en buen estado de salud. Los datos sobre la composición y características sanguíneas de poblaciones de la fauna silvestre son útiles para contrastar y/o comparar el estado de salud y de enfermedad entre poblaciones de la misma especie (White y Cook, 1974).

El manejo o control actual de algunas poblaciones de mamíferos silvestres está basado más o menos en monitoreos continuos de su estatus demográfico, fisiológico, y genético. Los valores de bioquímica sérica así como los de hematología pueden proporcionar, cuando sean correctamente interpretados, un panorama preciso de las condiciones de un animal al momento de su muestreo (i.e., estatus nutricional, estado de enfermedad, tensión nerviosa o estrés debido a la captura y/o manejo) y para usar estos datos con propósitos diagnósticos necesitamos compararlos con valores referenciales o normales (Crooks *et al.*, 2003 ; Pérez *et al.*, 2003).

El objetivo del presente estudio fue el de establecer el perfil bioquímico sanguíneo hepático en el venado cola blanca, criado en cautiverio.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. Taxonomía.

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es un mamífero herbívoro, siendo reconocidos 38 subespecies desde el norte hasta el sur de América. De los cuales dieciséis subespecies se encuentran en Norteamérica, catorce en Centroamérica y ocho en América del Sur (ITIS, 2005).

Las subespecies se distinguen por su localización geográfica, tamaño del cuerpo, coloración, crecimiento de las astas y diferencias en comportamiento. En el Perú se encuentra distribuida una sola subespecie: *Odocoileus virginianus peruvianus* (Snyder, 1991).

Según Myers *et al.* (2005) al venado cola blanca se le clasifica taxonómicamente como:

Reino	:	Animalia
Phylum	:	Chordata
Clase	:	Mammalia
Orden	:	Artiodactyla
Familia	:	Cervidae
Subfamilia	:	Capreolinae
Género	:	Odocoileus
Especie	:	<i>Odocoileus virginianus</i>

2.1.2. Características.

El peso del venado adulto varía de 45 a 158 Kg. mientras que la longitud de la cabeza hasta la cola varia de 150 hasta 200 cm. (Dewey *et al.*, 2003).

La coloración dorsal del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) difiere su tonalidad tanto localmente, estacionalmente e incluso entre subespecies; sin embargo, en general es gris (cenizo). El pelaje blanco está localizado detrás de la nariz en forma de banda, en círculos alrededor de los ojos, dentro de las orejas, sobre la barbilla y la garganta, en las entrañas superiores de las piernas y bajo la cola (Dewey *et al.*, 2003).

La única cualidad distintiva probablemente regional con respecto al cuerpo y las astas sea el tamaño, siendo más grandes en algunas áreas de Norteamérica mientras que las otras subespecies de venado cola blanca que se encuentran en América Central y Sudamérica son más pequeñas (ITIS, 2005).

Los machos maduros son generalmente más grandes que las hembras y son fácilmente reconocidos por la presencia de astas mientras que las hembras no las poseen. Durante su crecimiento las astas son cubiertas por un tejido llamado terciopelo (Western North Carolina Nature Center, 2002).

El desarrollo completo de las astas puede tomar de tres a cuatro meses, siendo necesario la testosterona para el desarrollo de su pedículo. La maduración final, así como el estímulo para el desprendimiento del terciopelo y del asta durante o después del celo ocurre con niveles elevados de esta hormona. Las astas mudan anualmente y funcionan como medio de defensa, ataque y orden jerárquico (Fowler, 1993 ; Wise, 1988).

El trauma es el mayor problema a nivel de las ellas, siendo más comunes las fracturas y las laceraciones que desgarran el terciopelo produciendo hemorragia, pero que no es crítica (Fowler, 1993).

El venado cola blanca tiene “glándulas de almizcle” situados a nivel del tarso y metatarso. El aroma de estas glándulas sirve para la comunicación entre especies y las secreciones llegan a ser especialmente fuertes durante la época de celo (Dewey *et al.*, 2003). Estas secreciones glandulares están constituidas por ácido 2-metilpropanoico y ácido 3-metilbutanoico (Wood, 1999).

2.1.3. Hábitat.

El venado cola blanca habita el sur de Canadá, así como toda la masa territorial de los Estados Unidos y su rango se extiende por toda América central llegando hasta Perú y Bolivia (Dewey *et al.*, 2003). Es una especie que cuenta con gran capacidad de adaptación a diversos ambientes, entre ellos el cautiverio (Mendoza, 1988).

El venado cola blanca puede ocupar una serie de parajes desde bosques, campos de cultivo hasta pantanos, siempre y cuando les proporcione todas sus necesidades estacionales (Western North Carolina Nature Center, 2002).

El hábitat ideal son densos matorrales y áreas que contienen mucha sucesión de vegetación en los cuales puedan moverse y ocultarse así como bosques, que les proporcionen los alimentos necesarios para su supervivencia (Dewey *et al.*, 2003 ; Wise, 1988).

2.1.4. Etología.

Este cérvido es extremadamente cauteloso, con sentidos altamente desarrollados de la vista, olfato y de la audición (Western North Carolina Nature Center, 2002).

El venado cola blanca es más nervioso y tímido que otros venados. Levantan sus colas y las agitan característicamente de un lado a otro como señal de alarma visual para otros venados cercanos y es típicamente visto en su huida. Son sumamente ágiles y pueden saltar a velocidades de hasta 30

millas por hora a través de un terreno enmarañado de un bosque (Dewey *et al.*, 2003 ; ITIS, 2005).

Las hembras generalmente viajan juntas durante los meses de invierno o una hembra a menudo está acompañada de sus crías, mientras que los machos, principalmente son animales solitarios excepto durante la época de reproducción (Western North Carolina Nature Center, 2002).

El comportamiento territorial de los venados es estacional, siendo completamente territoriales durante la época de apareamiento. Durante la crianza de los cervatillos, las madres son intolerantes hacia otras hembras. Son especies crepusculares, siendo más activos a inicios de la mañana y en la noche (Wise, 1988).

Las madres son muy protectoras de sus crías. Al buscar alimento, las hembras los dejan en un escondite por alrededor de cuatro horas. Los cervatillos yacen en tierra con sus cuellos extendidos y las manchas blancas sobre su pelaje marrón rojizo ayudan a camuflarlos en el fondo del bosque, donde se hallan ocultos la mayor parte de su tiempo; mientras aguardan el regreso de su madre. Los cervatillos retienen sus heces y orina hasta que llega la madre, momento en que ella ingiere lo que evacua la cría, eliminando cualquier rastro del cervatillo y así alejar a los depredadores. (Dewey *et al.*, 2003).

2.1.5. Alimentación.

El venado cola blanca es un herbívoro y tiene incisivos inferiores cortantes y grandes molares trituradores. Además, son hábiles para seleccionar los alimentos más nutritivos de su ambiente, con dieta variable de acuerdo a la estación (Wise, 1988). El venado cola blanca es una especie crepuscular, alimentándose principalmente desde antes de amanecer hasta varias horas después, y otra vez desde el atardecer hasta el anochecer (Dewey *et al.*, 2003).

Los alimentos consumidos son específicos de las regiones. El ramoneo de hojas, tallos y yemas de plantas leñosas, aunado al consumo de hierbas y cactáceas, constituyen el principal componente de la dieta del venado cola blanca; pero también se alimentan de frutas, campos de cultivo y a veces de pasto (Ramírez *et al.*, 1997 ; Snyder, 1991).

Según un estudio hecho por Quintanilla *et al.* (1988) sobre la composición botánica de la dieta del venado cola blanca, éstos requieren un mínimo de 7% de proteína cruda para su mantenimiento; un 9.5% de proteína cruda para su crecimiento y un 14 a 20% de proteína para lograr un desarrollo óptimo y buena capacidad reproductiva.

En áreas agrícolas se alimentan de los cultivos durante todo el año; pero prefieren especialmente maíz, trigo y alfalfa (Wise, 1988). Siendo destructores de éstas así como de huertas, árboles frutales y plantas ornamentales, donde su ámbito coincide con la habitación humana (Dewey *et al.*, 2003).

Conover y Kania (1995) refieren que los venados cola blanca producen más daño a los cultivos agrícolas. Por ello, en aquellas zonas se han desarrollado dispositivos atemorizantes para disminuir la depredación de dichos terrenos (Belant *et al.*, 1996). También se ha probado una vacuna inmuncontraceptiva para disminuir la sobrepoblación de esta especie (Rutberg *et al.*, 2004).

Un estudio realizado en Canadá demostró que la abundancia de especies de plantas en estas áreas se redujo entre 20 a 50%, así como la cobertura de la vegetación total ante la sobrepoblación de venados cola blanca (Stockton *et al.*, 2005).

Rooney y Walle (2003) mencionan que los ungulados pueden alterar profundamente la estructura y composición de las comunidades del bosque, eliminando poblaciones susceptibles de plantas herbáceas, debido al ramoneo excesivo sobre éstas.

2.1.6. Reproducción.

La época de reproducción ocurre de octubre a diciembre y a veces se extiende hasta enero; las fechas de apareamiento pueden variar con la latitud (Snyder, 1991) y de acuerdo a las condiciones climáticas (Mendoza, 1988).

Los machos son polígamos aunque pueden quedarse con una sola hembra por varios días o incluso semanas hasta que ella alcance el estro. Las hembras son estacionalmente poliéstricas y usualmente entran en celo en noviembre. Si una hembra no es apareada, un segundo celo ocurre aproximadamente 28 días después (Dewey *et al.*, 2003).

La gestación dura aproximadamente 6 meses y medio. En su primer año de apareamiento la hembra generalmente tiene un cervatillo, pero 2 crías por camada nacen en los años siguientes. Al nacer, el peso oscila entre 2 a 4 kg. y pueden caminar a los pocos minutos; luego son destetados aproximadamente entre las ocho y diez semanas (Wise, 1988).

Son considerados cervatillos, aquellos ciervos menores de un año de edad y que tienen un pelaje marrón rojizo cubierto con numerosas manchas blancas, los que pierden cuando crece su primer pelaje de invierno (Fargione y Curtis, 1998).

Los cervatillos comienzan a seguir a su madre en su búsqueda de alimento cuando tienen aproximadamente 4 semanas de edad y son totalmente rumiantes a los dos meses de edad. Los machos jóvenes dejan a sus madres después de un año pero las hembras jóvenes a menudo permanecen con su madre por dos años (Wise, 1988).

Especies tales como el lince, coyote, zorro gris, mapache y coatí pueden eventualmente depredar a los cervatillos (García *et al.*, 1988). El tiempo de vida en su medio silvestre es de 10 años, pero esta especie ha vivido alrededor de 20 años en cautiverio (Dewey *et al.*, 2003).

2.1.7. Crianza en cautiverio.

En la mayoría de los casos se presentan problemas debido al exceso de población, espacio reducido y el descuido de crías por parte de sus madres atribuible al estrés a que están sometidos. No se presentan problemas por disponibilidad de alimento, componiéndose en general de alfalfa, cebada, maíz y zanahoria suplementada con minerales (Mendoza, 1988).

Las épocas de celo y nacimientos presentan variaciones debidas a las condiciones climáticas y de ubicación de los zoológicos, el número de crías es de 1 a 2 por hembra. Las prácticas comunes de manejo son la inspección visual diaria y la desparasitación dos veces al año. Los problemas de salud son con mayor frecuencia fracturas por manejo, traumatismos ocasionados entre los mismos animales y problemas por cuerpos extraños (Mendoza, 1988).

El venado cola blanca es el animal silvestre con mayores posibilidades de crianza. Como medida para lograr un aumento poblacional se puede llegar a manejar a la especie en condiciones de semi-confinamiento logrando así obtención de carne, pieles y astas (García *et al.*, 1988).

Sin embargo la captura y el manejo son eventos estresantes que ocurren en ungulados silvestres, los cuales están asociados con considerable mortalidad; así como una variedad de estímulos negativos que pueden conducir a un prolongado esfuerzo y cansancio excesivo (Spraker, 1993).

2.2. BIOQUÍMICA CLÍNICA

La afectación hepática es difícil de diagnosticar basándose sólo en los hallazgos clínicos, siendo necesario realizar análisis de laboratorio; pero lamentablemente no se dispone de análisis específicos que identifiquen la naturaleza exacta de la lesión (Radostis *et al.*, 2002). Por ello cuando tales análisis se combinan con otros procesos laboratoriales, examen físico completo y la historia del paciente podrían asistir al veterinario para llegar a un diagnóstico, evaluar el pronóstico y seguir la eficacia de una terapia (IICA, 1989). Por otra parte, los resultados y la interpretación de estos análisis dependen de la naturaleza de la lesión, de la duración y gravedad de la enfermedad, así como de las variaciones entre animales (Radostis *et al.*, 2002).

Los hallazgos de laboratorio normales o anormales proporcionan una información objetiva en el proceso del diagnóstico diferencial, monitoreo del tratamiento y formulación de un pronóstico. Las medidas de laboratorio anormales son definidas clínicamente como aquellos valores que están fuera de los límites del rango de referencia (Meyer y Harvey, 1998).

Debe enfatizarse que los valores de los varios componentes bioquímicos encontrados en el suero varía de especie a especie, a veces de acuerdo a la edad del animal, el sexo y frecuentemente de un laboratorio a otro (IICA, 1989). Así como la disposición física (estrés), localidad geográfica, prácticas de manejo y estado reproductivo (Meyer y Harvey, 1998).

En general, la muestra preferida para las determinaciones bioquímicas en la sangre es suero sin hemólisis. El suero se hemoliza menos probablemente que el plasma (Bush, 1982). Además algunos anticoagulantes usados para la recolección del plasma interfieren con la actividad enzimática o con el desarrollo del color (Benjamín, 1991).

La hemólisis puede interferir directamente con la lectura de la absorbancia espectrofotométrica y alterar el pH de las reacciones enzimáticas; incluso la

lipemia también puede causar una serie de cambios en las mediciones químicas (Meyer y Harvey, 1998).

Las muestras de suero o plasma pueden conservarse a temperatura ambiente (20 – 30°C) durante un día sin que se deterioren; en la parte refrigerada de un frigorífico (4°C) durante cuatro días y en el congelador durante una semana (Bush, 1982).

2.2.1. Pruebas de funcionamiento hepático

El hígado es un órgano vital ya que realiza diversas funciones importantes para la vida, como la secreción y excreción de bilis, metabolismo proteico, metabolismo de carbohidratos, metabolismo de grasas, detoxificación, síntesis de proteínas plasmáticas (albúminas, enzimas, factores de coagulación, etc.), almacenamiento de hierro, actividad retículo endotelial, regulación del volumen sanguíneo, etc (Guyton y Hall, 1997).

El hígado es un órgano de muchas actividades metabólicas y cualquier evaluación de su estado funcional depende de su habilidad de ejecutar una función metabólica específica. Numerosos exámenes se han planeado para la detección de alteraciones funcionales del hígado. De los más de 100 tests que se han desarrollado sólo unas cuantas se han encontrado practicables en medicina veterinaria (IICA, 1989).

Las funciones del hígado son variadas y en caso de enfermedad no se ven afectadas de la misma manera. La regeneración de las células hepáticas es tan activa que la función del tejido nuevo rápidamente compensa la pérdida a menos que el daño sea generalizado. El trastorno funcional del hígado puede presentarse antes de que se detecte la lesión por examen histopatológico (Kaneko y Cornelius, 1971).

Por lo general es necesario usar una batería o perfil de varias pruebas de funcionamiento hepático para definir el problema, ya que la función hepática varía según el tipo y el grado de la enfermedad (Benjamín, 1991).

2.2.2. Pruebas con base en el metabolismo y eliminación de los pigmentos biliares

2.2.2.1. Bilirrubina Total (BT) y Bilirrubina Directa (BD)

En enfermedades hepáticas es importante la determinación de las cantidades relativas de bilirrubina libre y bilirrubina conjugada en la circulación (Doxey, 1987).

Aproximadamente, el 85% de la bilirrubina se forma a partir de la hemoglobina liberada de los eritrocitos viejos que se destruyen en las células retículo endoteliales del bazo. El 15% restante se deriva de otras hemoproteínas que son principalmente citocromos hepáticos y eritropoyesis ineficaz (Benjamín, 1991).

Esta bilirrubina libre (B. no conjugada o B. indirecta) está unida a la albúmina y es transportada al hígado donde se conjuga con el ácido glucorónico para formar el diglucoronato de bilirrubina (B. directa o B. conjugada). Luego ésta es excretada en la bilis y llega al intestino donde se convierte en urobilinógeno (por reducción bacteriana), siendo eliminado como estercobilinógeno en las heces, la cual por oxidación bacteriana se convierte en estercobilina. Una parte del urobilinógeno se absorbe y sigue la circulación enterohepática de los pigmentos biliares y otra llega al riñón a través de la circulación general y será excretado como urobilinógeno urinario (García, 1995).

Según el ISIS (1999) encontró que el valor de BT sérica fue de 1.4 mg/dl; mientras que la BD sérica tuvo un valor de 0.2 mg/dl (Apéndice N° 3).

La ictericia es un signo clínico que aparece a menudo en las enfermedades del hígado y el sistema biliar, siendo el resultado de la acumulación de bilirrubina en los tejidos y la coloración es mucho más intensa en el caso de bilirrubina conjugada (directa) que en el de la no conjugada (indirecta). Por lo tanto, la ictericia es más intensa en casos de ictericia obstructiva y hepatocelular que en los de casos de ictericia hemolítica (Radostis *et al.*, 2002).

En la ictericia hemolítica hay un aumento de bilirrubina libre en el sistema circulatorio, luego de una excesiva destrucción de eritrocitos como ocurre con la anemia hemolítica (Benjamín, 1991).

Este tipo de ictericia es frecuente en los animales, y se puede deber a toxinas bacterianas que provocan hemólisis intravascular como en la hemoglobinuria bacilar del ganado vacuno y la leptospirosis, la invasión de los eritrocitos por protozoos (la babesiosis, la anaplasmosis, bartonelosis y la piroplasmosis). También por venenos inorgánicos (cobre, selenio) u orgánicos como las picaduras de algunas serpientes (Radostis *et al.*, 2002).

En la ictericia hepática se observa un aumento tanto en la concentración de la bilirrubina libre como conjugada en la sangre y ocurre como resultado de daño hepatocelular (Benjamín, 1991).

La causa de esta forma de ictericia puede ser cualquiera de las enfermedades difusas del hígado que causan degeneración de las células hepáticas y que se engloban dentro de las hepatitis (Radostis *et al.*, 2002).

Mientras que en la ictericia obstructiva extrahepática gran parte de la bilirrubina en sangre es el tipo conjugada, siendo resultado de una obstrucción total o parcial en conductos biliares (Benjamín, 1991).

Esta forma ictérica es un proceso obstructivo que tiene su origen en inflamaciones; por la localización de parásitos (*Ascaris*, fascioliasis e infestación con *Dicrocoelium*), por cálculos biliares, así como en procesos

neoplásicos, tanto intrínsecos como extrínsecos, del parénquima hepático (Radostis *et al.*, 2002).

También el efecto de ciertas drogas como antibióticos (sulfonamidas y cefalosporinas), AINES (acetaminofén y fenilbutazona), así como ciertos factores como la lipemia, la hemólisis y el ayuno prolongado pueden incrementar los valores de BT en el suero (Meyer y Harvey, 1998).

2.2.3. Pruebas con base en el metabolismo de las proteínas.

2.2.3.1. Proteínas Totales (PT).

Aproximadamente, tres cuartas partes de los tejidos del organismo son proteínas. Éstas comprenden las proteínas estructurales, las enzimas, las nucleoproteínas, hormonas, las proteínas transportadoras de oxígeno, las proteínas del músculo, factores de la coagulación, proteínas plasmáticas y muchos otros tipos que realizan en todo el cuerpo funciones específicas, tanto intra como extracelularmente (Guyton y Hall, 1997).

Casi toda la albúmina y el fibrinógeno de las proteínas plasmáticas, así como el 50 al 80% de las globulinas se sintetizan en el hígado a partir de aminoácidos. Las demás globulinas (gammaglobulinas) son los anticuerpos, sintetizados, en principio por las células plasmáticas de los tejidos linfáticos (IICA, 1989).

En general, las proteínas totales en el suero se componen principalmente de albúmina y globulina. Las determinaciones se llevan a cabo generalmente en suero; si se usa plasma el valor resultante puede ser más elevado (Bush, 1982).

Los valores séricos obtenidos para este parámetro, según White y Cook (1974), Klinger *et al.* (1986) e ISIS (1999) fueron de 6.4, 6.2 y 7.2 g/dl respectivamente (Apéndice N° 3).

La hiperproteïnemia es consecuencia del aumento en la producción de proteínas (aumento en la síntesis de globulinas) y en casos de deshidratación. Mientras que una hipoproteïnemia va a ser el resultado de una hipoalbuminemia, también en pronunciada proteinuria o un aumento de la cantidad de agua en la sangre. Por lo general, las alteraciones de las proteínas séricas totales son en general inespecíficas (Benjamín, 1991).

Los valores normales séricos de proteínas totales en casi todos los animales, varían entre 5 y 8 g/dl Benjamín (1991).

2.2.3.2. Albúmina

La misión principal de la albúmina en la sangre es proporcionar una presión coloidosmótica al plasma para evitar la salida del ésta por los capilares; pero también permite el transporte de ácidos grasos, hormonas esteroides, bilirrubina, catecolaminas que en forma libre son insolubles en medio acuoso (Guyton y Hall, 1997; Cunningham, 1999).

Los valores séricos de albúmina según White y Cook (1974), Klinger *et al.* (1986) e ISIS (1999) fueron de 3.8, 3.0 y 2.9 mg/dl respectivamente (Apéndice N° 3).

La disminución en la concentración de albúmina sérica debida a la falla de síntesis del parénquima hepático no es un cambio temprano (Kaneko y Cornelius, 1971). Cuando se usa junto con otras pruebas, la albúmina es útil en el diagnóstico diferencial de la cirrosis o del daño hepatocelular (Benjamín, 1991).

Los aumentos anormales de la albúmina son ocasionales y se relaciona casi siempre con deshidratación, vómitos y diarreas, debido a la hemoconcentración (Bush, 1982).

La hipoalbuminemia se presenta en casos de glomerulonefritis, desnutrición, mala absorción, gastroenteritis, parasitosis gastrointestinal, enfermedad hepática difusa crónica (cirrosis), hemorragia aguda, pérdida de proteína hacia la cavidad corporal (Medway *et al.*, 1986).

Un bajo nivel de albúmina en la sangre origina una reducción en la presión osmótica coloidal del plasma sanguíneo que puede producir edema (Bush, 1982).

Según Meyer y Harvey (1998) el uso prolongado de una dieta baja en proteínas y la malabsorción pueden causar una reducción de la concentración sérica de albúmina.

2.2.4. Pruebas con base en la actividad de las enzimas séricas.

Las enzimas son proteínas formadas por células de los organismos vivientes que aceleran las reacciones químicas, pero no sufren ninguna modificación en el proceso de la reacción (Villavicencio, 1993).

La enzima se combina temporalmente con la sustancia sobre la cual actúa (el sustrato) para formar un complejo enzima-sustrato. Este complejo se rompe para formar los productos de la reacción y libera las enzimas para continuar su función catalítica (Meyer y Harvey, 1998).

Cada enzima puede catalizar un solo tipo de reacción y es más o menos específica en sus requerimientos de sustrato. Estas enzimas producidas intracelularmente son liberadas hacia el plasma y los líquidos corporales, donde se miden sus actividades por sus capacidades para acelerar las reacciones químicas particulares que catalizan (IICA, 1989).

Las enzimas plasmáticas son de dos tipos, un tipo está presente en su más alta concentración, las enzimas plasmáticas específicas, que tienen un papel

funcional. Éstas incluyen enzimas asociadas con la coagulación de la sangre (trombina), disolución de fibrina y modificación de quilomicrones (Devlin, 1991).

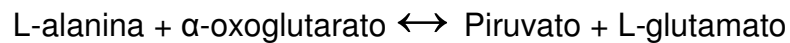
Las enzimas no específicas del plasma no tienen una función biológica conocida en la sangre. El nivel normal de estas enzimas en la sangre es muy bajo y se mantiene por un estado estable de liberación de las células y eliminación del suero (Benjamín, 1991). Pero una agresión en forma de cualquier proceso patológico puede provocar cambios en la permeabilidad de la membrana celular o incrementar la muerte celular, dando lugar a un aumento de la liberación de enzimas intracelulares al plasma (Devlin, 1991). Al parecer muchas enzimas pasan hacia el fluido intersticial y luego hacia la circulación linfática, antes de aparecer en la sangre (Meyer y Harvey, 1998).

La actividad intracelular de enzimas citosólicas es usualmente más alta que en el plasma, y la actividad enzimática normal en el suero probablemente refleja un balance entre el escape a través de la membrana dinámicamente metabólica y su degradación o excreción (Meyer y Harvey, 1998).

No se conoce mucho sobre el destino de las enzimas. Un mecanismo posible es la inactivación intravascular, también es posible que el sistema retículo endotelial participe en la eliminación; así como la salida de pequeñas cantidades de enzimas séricas a través de la orina. La excreción por bilis es un factor mínimo para la mayoría de las enzimas, aunque es posible que estas enzimas lleguen al intestino delgado donde podrían ser digeridas y los aminoácidos que las constituyen regresen a la reserva de aminoácidos (IICA, 1989).

2.2.4.1. Alanino Amino Transferasa (ALT/SGPT).

Cataliza la transaminación reversible del aminoácido L-alanina y el ácido α -oxoglutarato a L-glutamato y piruvato.



Esta enzima llamada también transaminasa glutámica pirúvica (GPT), es unilocular, ya que se encuentra en el citoplasma de todas las células (Medway *et al.*, 1986) y participan en los ciclos bioquímicos relacionados con el funcionamiento hepático (Doxey, 1987).

Las fuentes principales de ALT se encuentran en hepatocitos del hígado de caninos, felinos y primates; proporcionándoles una enzima que es específica de daño hepatocelular en estas especies (Benjamín, 1991).

Los valores séricos de ALT, según el ISIS (1999) fue de 46 UI/l (Apéndice N° 3).

La actividad enzimática de ALT en equinos, rumiantes y porcinos es mayor en músculo esquelético y corazón; y una menor actividad se encuentra en los tejidos hepáticos (Kraft y Shillinger, 1998). Por ello la enzima no es específica del hígado en estas especies (IICA, 1989).

La permeabilidad alterada de la membrana hepatocelular causada por injuria o disturbio metabólico resulta en una liberación de esta enzima soluble hacia el torrente sanguíneo (Meyer y Harvey, 1998).

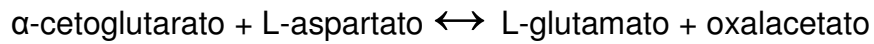
En rumiantes y equinos los valores de ALT en hígado son inferiores a los de AST, por lo que en estos animales el daño hepático con frecuencia provoca un elevado valor de AST en suero y sólo un leve aumento en las concentraciones de ALT (Doxey, 1987).

Desde que los hígados de estas especies no contienen niveles significativos de ALT, sólo elevaciones muy pequeñas ocurren en necrosis hepática (Kaneko y Cornelius, 1971).

Debido a que la enzima ALT constituye una prueba poco segura en equinos y rumiantes se han utilizado otras dos enzimas más específicas, la sorbitol deshidrogenasa (SD) y la glutamato deshidrogenasa (GD) (Doxey ,1987). Tanto SD y la GD están presentes principalmente en el hígado en elevadas actividades en rumiantes. Éstas son particularmente valiosas en el diagnóstico de daño hepático en aquellas especies que muestran poca actividad de ALT (Meyer y Harvey, 1998).

2.2.4.2. Aspartato Amino Transferasa (AST/SGOT).

Cataliza la reacción de transaminación definido como el transporte de un grupo amino de un aminoácido (L-aspartato) a un cetoácido (α -cetoglutarato).



La AST, también llamada transaminasa glutámica oxalacética (GOT), es una enzima bilocular, que se encuentra en el citoplasma y en las mitocondrias en la mayoría de células del cuerpo (Medway *et al.*, 1986) y participan en los ciclos bioquímicos relacionados con el funcionamiento hepático (Doxey, 1987). Las concentraciones más elevadas se encuentran en células musculares esqueléticas y tejido hepático, con cantidades ligeramente menores en músculo cardíaco. En muchas otras células del cuerpo se encuentran en pequeñas cantidades como en: riñón, páncreas, cerebro, eritrocitos y mucosa gástrica (Benjamín, 1991).

Los valores séricos hallados de AST, según Klinger *et al.* (1986) e ISIS (1999) fueron de 254 y 135 UI/l respectivamente (Apéndice N° 3).

Elevaciones en la actividad de AST puede estar asociado con alteraciones de necrosis de muchos tejidos. La patología que involucra el músculo cardíaco o esquelético y/o parénquima hepático permite la salida de grandes cantidades de esta enzima a la sangre (Kaneko y Cornelius, 1971).

La hepatitis aguda está acompañada por valores patológicos de AST y ALT en la mayoría de animales (IICA, 1989). Niveles significativos de AST han sido observados en distrofia o necrosis muscular en casi todas las especies. El hallazgo de elevaciones significativas de AST no necesariamente indica necrosis hepática a menos que sean descartadas enfermedades en otros órganos (Kaneko y Cornelius, 1971).

Los niveles elevados de AST que ocurren en necrosis tanto hepática o muscular sugieren que estos dos órganos pueden cada uno contribuir considerablemente en cantidades incrementadas de enzimas en el suero (Kaneko y Cornelius, 1971).

Los valores también se incrementan debido al uso de corticosteorides, antibióticos (eritromicina, gentamicina) y estrógenos (Benjamín, 1991).

En rumiantes la sola determinación de AST no es suficiente para el diagnóstico de una hepatopatía porque esta enzima no es específica del hígado (Medway *et al.*, 1986). Sin embargo, si de antemano se conoce la duración de la enfermedad y órgano afectado los valores de AST en suero darán una indicación de grado del daño. A mayores concentraciones mayor también será el daño, solo si la enfermedad es aguda (Doxey, 1987).

La determinación de la actividad sérica de la AST es usada como una prueba conveniente de daño hepático en aquellas especies sin alta actividad de ALT hepático siempre y cuando el daño muscular no se encuentre presente (Meyer y Harvey, 1998). La determinación de AST adquiere importancia diagnóstica cuando sus valores se comparan con el de otras enzimas de similar origen tisular, es decir permite completar el perfil enzimático de orígenes tales como el corazón e hígado (Kaneko y Cornelius, 1971).

La disminución patológica de ALT y AST ha sido reportada en deficiencia de piridoxina, consecuentemente otra posible causa para su actividad disminuida puede ser la deficiencia de zinc (Meyer y Harvey, 1998).

Los valores séricos de AST son más bajos en hepatitis crónica y cirrosis, que en hepatitis aguda (IICA, 1989). En enfermedades más crónicas, cuando el número de células que son destruidas en un momento determinado es bajo, los valores de enzimas en sangre también son relativamente bajos (Doxey, 1987).

2.2.4.3. Fosfatasa Alcalina (FA).

Cataliza la síntesis y desdoblamiento hidrolítico de los monoésteres del ácido ortofosfórico en un medio alcalino. Es decir cataliza la fosforilación y defosforilación de ATP (transportando fosfatos en las células donde se encuentran).

Los tejidos que demuestran alta concentración de FA comprenden los osteoblastos, condroblastos, sistema hepatobiliar y el túbulo renal; y pequeñas cantidades en mucosa gastrointestinal, placenta y bazo. Cada tejido tiene una isoenzima de FA que lo caracteriza (Benjamín, 1991).

La FA es una enzima localizada sobre la membrana celular de una variedad de tejidos pero sólo dos de ellos son importantes desde el punto de vista diagnóstico, el tejido hepatobiliar y el tejido óseo (Meyer y Harvey, 1998).

Según Chao *et al.* (1984), Klinger *et al.* (1986) e ISIS (1999) encontraron que sus valores séricos fueron de 25.9, 129 y 49 UI/l respectivamente (Apéndice N° 3).

En condiciones normales la FA se eleva durante períodos de crecimiento rápido del hueso en animales jóvenes, también aumenta en fracturas en etapa de curación, raquitismo, osteomalacia, sarcoma osteogénico, enfermedad renal y durante la gestación (Benjamín, 1991).

Diferentes niveles de FA se encuentran en presencia de tumores del hueso. Actividades altas de esta enzima se encuentran en sarcoma osteogénico; en caso de osteoma, exostosis o condromas son acompañadas de valores normales. Solamente en casos excepcionales la actividad se mide con un leve exceso del límite normal (IICA, 1989).

La FA está asociada con la membrana canalicular biliar de los hepatocitos y muestra una actividad mínima en el tejido normal hepático; pero puede llegar a

estar marcadamente incrementada en el plasma debido a la retención del flujo biliar o por efectos de ciertas drogas, tales como los corticosteroides (Meyer y Harvey, 1998). Estos niveles de FA se utilizan como análisis de la función excretora hepática (Radostis *et al.*, 2002).

En padecimientos hepatobiliares, la enzima no puede excretarse en su forma natural debido a la obstrucción hepática o intrahepática (neoplasia, hepatitis o cirrosis) y por lo tanto se retiene produciendo colestasis con una elevación marcada de FA en el suero (Benjamín, 1991).

Hay un mínimo incremento de FA en el suero después de un daño hepático severo agudo (Meyer y Harvey, 1998). En necrosis hepática su elevación es moderada (Bejamín, 1991). La determinación de FA es adecuada para el diagnóstico de ictericia post hepática (obstructiva) en el cual, la FA muestra alta actividad en el suero en contraste al leve aumento de las transaminasas (IICA, 1989).

Altos valores son ocasionalmente observados en daño hepatocelular debido a la colestasis intrahepática; pero valores más elevados de FA a menudo se observan en ictericia obstructiva extrahepática (Kaneko y Cornelius, 1971). Mientras que la actividad disminuida de esta enzima puede ser atribuida a la deficiencia de zinc (Meyer y Harvey, 1998).

La valoración isoenzimática es importante para determinar el tejido en donde se originó. Por ello un aumento en la concentración de FA no es un hallazgo específico de daño hepático, aunque cuando el hígado está dañado se produce un aumento de la isoenzima I (Doxey, 1987).

2.2.4.4. Gamma Glutamil Transferasa (GGT).

Es una carboxipeptidasa catalizadora que desprende los grupos glutamyl con carbonos terminales para transferirlos a péptidos y otros receptores entre ellos la glicilglicina

La GGT se encuentra principalmente en el citosol y membrana celular de una variedad de tejidos como células renales, en la superficie canalicular de los hepatocitos, en el epitelio de los conductos biliares y páncreas; pero cantidades menores en bazo, ubres, e intestino delgado (Merck, 2000).

Los valores de GGT, según el ISIS (1999) es de 64 UI/l (Apéndice N°3).

La actividad sérica de GGT es un indicador útil de enfermedad del tracto biliar en rumiantes. La GGT generalmente está clasificada entre las enzimas que indican colestasis. Valores altos de GGT y FA y bajos de transaminasas indican colestasis post hepática (IICA, 1989). El incremento de GGT es más pronunciado en la enfermedad biliar obstructiva (Merck, 2000).

En hepatitis crónica la GGT está incrementada; aunque en casos de daño hepático agudo severo y necrosis pueden producir un ligero incremento en la actividad sérica de GGT; pero no aumenta con rapidez pero, sí lo hacen en casos de colestasis y con frecuencia están relacionadas con los valores incrementados de FA (Doxey, 1987).

De todas las enzimas investigadas hasta ahora, la actividad de la GGT es la última en volver a su valor normal después de una hepatitis aguda (IICA, 1989) La GGT puede estar incrementada en los desplazamientos de colon o cuando se administran ciertos fármacos (corticosteroides, bencimidazoles). Los incrementos de la FA y GGT están asociadas con irritación o destrucción del epitelio biliar y con obstrucción biliar (Merck, 2000).

El hueso no contiene GGT, por lo tanto, el incremento y la enfermedad ósea no están asociados con la actividad incrementada de GGT sérica. El calostro y leche tienen alta actividad de GGT y los animales lactantes desarrollan actividad incrementada de GGT sérica (Meyer y Harvey, 1998).

En infiltración grasa se incrementa más de dos veces su valor normal indicando etiología tóxica. También se observa incremento marcado en casos de pancreatitis aguda y neoplasias (IICA, 1989).

A pesar que la GGT en las células de los túbulos renales tiene una actividad mucho mayor que en el páncreas y en el hígado, las indicaciones clínicas para la determinación en suero de la GGT ha sido hasta ahora exclusivamente en enfermedades biliares (IICA, 1989).

Las células epiteliales tubulares del riñón, tienen una actividad tisular relativamente alta de GGT. El daño tubular resulta en un rápido incremento en la actividad de GGT en la orina (pero no en el suero). La medida de la actividad de GGT en orina es un indicador útil de nefrotoxicidad (Meyer y Harvey, 1998).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Localización

El presente estudio se hizo en animales procedentes del Zoológico Huachipa ubicado en el distrito de Ate-Vitarte a 77° 01' 42" longitud oeste, 12° 02' 36" latitud sur y a 566 m.s.n.m.; del Parque Ecológico Santa Rosa de Lima ubicado en el distrito de Chorrillos a 76° 59' 20" longitud oeste, 12° 12' 30" latitud sur y a 40 m.s.n.m.; y del Zoocriadero del colegio de la Inmaculada ubicada en el distrito de Santiago de Surco a 77° 00' 13" longitud oeste, 12° 08' 36" latitud sur y a 68 m.s.n.m. Las temperaturas correspondientes a los meses en que se tomaron las muestras oscilaron entre 16.4 °C (14.3 – 20.7 °C) para agosto (Zoológico Huachipa), 17.8 °C (14.2 – 22.0 °C) para noviembre (Parque Ecológico Santa Rosa de Lima), y 20.6 °C (16.1 – 26.0 °C) para diciembre (Zoocriadero del colegio de la Inmaculada). Mientras que la humedad relativa media fue de 86.3, 84.0 y 78.0 % para agosto, noviembre y diciembre respectivamente.

3.1.2. Animales

Se tomaron muestras de 23 venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) anestesiados, mayores de un año (7 machos y 16 hembras) de los cuales 6 procedían del Zoológico Huachipa, 9 del Parque Ecológico Santa Rosa de Lima y 8 del Zoocriadero de la Inmaculada.

Como aporte adicional se aprovecharon las muestras de 7 venados no anestesiados (Zoológico Huachipa) y de 3 cervatillos (Parque Ecológico Santa Rosa de Lima), no siendo considerados dentro del análisis estadístico por estar fuera del objetivo del presente estudio.

Para comprobar su condición sanitaria, los animales fueron evaluados mediante la observación del comportamiento, apetito, consistencia y color de las heces, ausencia o presencia de secreciones nasales, constantes fisiológicas, examen físico e historias clínicas.

La dieta ofrecida era a base de heno de alfalfa, zanahoria, camote, manzana y alimento comercial balanceado (criavaquina) en el Zoológico Huachipa; heno de alfalfa, maíz, cebada, zanahoria y cáscara de plátano en el Parque Ecológico Santa Rosa de Lima y heno de alfalfa, maíz y concentrado en el Zoocriadero de la Inmaculada. El aprovisionamiento del agua era *ad libitum*.

3.1.3. Materiales de laboratorio.

Para la toma de muestras y obtención del suero:

- Agujas estériles y descartables N° 20 x 1 ½"
- Tubos estériles de 10 ml.
- Clorhidrato de Ketamina (4 y/o 10 mg/Kg).
- Clorhidrato de Xilacina (1 mg/Kg).

- Alcohol 70 %.
- Algodón.
- Centrífuga.
- Pipetas Pasteur.
- Tubos recolectores de suero.
- Gradilla.
- Caja térmica.

En la determinación de los parámetros de la bioquímica hepática sérica en el laboratorio de Patología Clínica de la FMV-UNMSM se emplearon:

- Tubos de vidrio estériles sin anticoagulante.
- Pizeta con agua destilada.
- Espectrofotómetro UV (Photometro 4010 Mannheim Boehringer).
- Micropipetas : 10 µl, 100 µl, 1000 µl.
- Tips : 10 µl, 100 µl, 1000 µl.
- Tubos de ensayo.
- Baño de agua a 37°C (baño María).
- Reloj Cronómetro.
- Canastillas portatubos.
- Estufa.
- Reactivos para análisis de Bilirrubina (Wiener Lab.)
- Reactivos para análisis de Proteína, Proti. 2 (Wiener Lab.)
- Reactivos para análisis de Albúmina, Proti. 2 (Wiener Lab.)
- Reactivos para análisis de ALT (Wiener Lab.)
- Reactivos para análisis de AST (Wiener Lab.)
- Reactivos para análisis de FA (Wiener Lab.)
- Reactivos para análisis de GGT (Wiener Lab.)

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Obtención de muestras.

Los animales fueron mantenidos en estado de ayuno (12h) y el muestreo se realizó por la mañana. Los venados fueron sedados por vía intramuscular (IM) utilizando una cerbatana con dardos que contenían Clorhidrato de Ketamina a razón de 10 mg/Kg. (Zoológico Huachipa) y una combinación de Ketamina y Clorhidrato de Xilacina a razón de 4 mg/Kg y 1 mg/Kg. respectivamente (Parque Ecológico Santa Rosa de Lima y Zoocriadero del colegio de la Inmaculada).

Una vez anestesiado el animal, se procedió a recolectar 7cc. de sangre de la vena safena, usando aguja N° 20, y se depositó en tubos estériles sin anticoagulante para la recolección del suero; los cuales fueron debidamente identificados.

3.2.2. Procedimiento.

Las muestras fueron trasladadas en una caja térmica a la FMV-UNMSM. Los tubos fueron sometidos a centrifugación a 3000 r.p.m. por 10 minutos para la obtención del suero (cuya separación se realizó dentro de 1 hora) y luego se transfirió a otro tubo con la ayuda de una micropipeta para su posterior procesamiento y almacenamiento. Para cada prueba de bioquímica hepática se emplearon los reactivos, y métodos del kit comercial específico del Laboratorio Wiener Lab.

3.2.2.1. Determinación de los niveles séricos de Bilirrubina

Método colorimétrico.

Fundamento del método:

La Bilirrubina reacciona específicamente con el ácido sulfanílico diazotado produciendo un pigmento de color violáceo (azobilirrubina) que se mide colorimétricamente. La Bilirrubina conjugada (directa) reacciona directamente con el diazoreactivo, la Bilirrubina no conjugada (indirecta) requiere la presencia de un desarrollador acuoso (Benzoato de cafeína) que posibilite su reacción.

Condiciones de reacción :

Longitud de Onda (λ)	:	546 nm.
Temperatura de reacción	:	T° Ambiente.
Tiempo de reacción	:	5 minutos.
Volumen de muestra	:	100 μ l.
Volumen final de reacción	:	1.45 ml.
Factor de lectura	:	0.

Procedimiento: de acuerdo al manual del kit comercial de Bilirrubina de Wiener Lab.

3.2.2.2. Determinación de los niveles séricos de Proteínas Totales

Método colorimétrico.

Fundamento del método

Los enlaces peptídicos de las proteínas reaccionan con el ión cupríco, en medio alcalino, para dar un complejo color violeta con un máximo de absorción a 540 nm, cuya intensidad es proporcional a la concentración de proteínas totales en la muestra (suero).

Condiciones de reacción :

Longitud de Onda (λ)	:	546 nm.
Temperatura de reacción	:	37° C.
Tiempo de reacción	:	15 minutos.
Volumen de muestra	:	25 μ l.
Volumen final de reacción	:	1.775 ml.
Factor de lectura	:	5.5

Procedimiento: de acuerdo al manual del kit comercial Proti 2 de Wiener Lab.

3.2.2.3. Determinación de los niveles séricos de Albúmina

Método colorimétrico.

Fundamento del método

La albúmina reacciona específicamente con la forma aniónica de la Bromo Cresolsulfon Ftaleína (BCF), en presencia de un exceso de colorante, en medio tamponado a pH 3.8. El aumento de absorbancia a 620 nm respecto del Blanco de reactivo, es proporcional a la cantidad de albúmina presente en la muestra (suero).

Condiciones de reacción :

Longitud de Onda (λ)	:	620 nm.
Temperatura de reacción	:	T° Ambiente.
Tiempo de reacción	:	10 minutos.
Volumen de muestra	:	5 μ l.
Volumen final de reacción	:	1.755 ml.
Factor de lectura	:	3.1

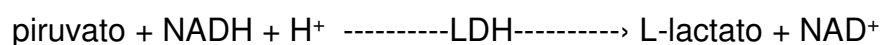
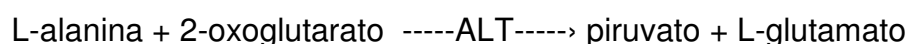
Procedimiento: de acuerdo al manual del kit comercial Proti 2 de Wiener Lab.

3.2.2.4. Determinación de los niveles séricos de ALT (GPT)

Método UV optimizado para la determinación de Alanina amino transferasa (ALT) en suero.

Fundamento del método

La reacción principal catalizada por la ALT, es la formación de piruvato, que reacciona inmediatamente con la LDH, de modo que la velocidad de oxidación de NADH medido a 340 nm es proporcional a la actividad de ALT de la muestra (suero).



Condiciones de reacción :

Longitud de Onda (λ)	:	340 nm.
Temperatura de reacción	:	37° C.
Tiempo de reacción	:	3 minutos.
Volumen de muestra	:	100 μ l.
Volumen final de reacción	:	1.1 ml.
Factor de lectura	:	1.746

Procedimiento: de acuerdo al manual del kit comercial GPT(ALT) UV unitest de Wiener Lab.

3.2.2.5. Determinación de los niveles séricos de AST (GOT)

Método UV optimizado para la determinación de Aspartato amino transferasa (AST) en suero.

Fundamento del método

La reacción principal catalizada por la AST, es la formación de oxalacetato, que reacciona inmediatamente con la MDH, de modo que la velocidad de oxidación de NADH medido a 340 nm es proporcional a la actividad de AST de la muestra (suero).

L-aspartato + 2-oxoglutarato -----AST-----> oxalacetato + L-glutamato

oxalacetato + NADH + H⁺ -----MDH-----> L-malato + NAD⁺

Condiciones de reacción :

Longitud de Onda (λ)	:	340 nm.
Temperatura de reacción	:	37° C.
Tiempo de reacción	:	3 minutos.
Volumen de muestra	:	100 μ l.
Volumen final de reacción	:	1.1 ml.
Factor de lectura	:	1.746

Procedimiento: de acuerdo al manual del kit comercial GOT(AST) UV unitest de Wiener Lab.

3.2.2.6. Determinación de los niveles séricos de Fosfatasa Alcalina

Método cinético optimizado a 405 nm para la determinación de fosfatasa alcalina en suero.

Fundamento del método

La ALP hidroliza al p – nitrofenilfosfato (p – NFF), que es incoloro, produciendo fosfato y p – nitrofenol a pH 9.8. La velocidad de aparición del anión p – nitrofenolato (amarillo) a 405 nm, es proporcional a la actividad enzimática de la muestra (suero).

Condiciones de reacción :

Longitud de Onda (λ)	:	405 nm.
Temperatura de reacción	:	37° C.
Tiempo de reacción	:	3 minutos.
Volumen de muestra	:	10 μ l.
Volumen final de reacción	:	1.260 ml.
Factor de lectura	:	6.812

Procedimiento: de acuerdo al manual del kit comercial Fosfatasa Alcalina de Wiener Lab.

3.2.2.7. Determinación de los niveles séricos de GGT

Método cinético para la determinación de Gamma glutamil transferasa (GGT) en suero.

Fundamento del método

La GGT es una carboxipeptidasa que cataliza la transferencia del grupo gamma glutamilo desde la Gamma-glutamil – p – nitroanilida (sustrato) a una molécula aceptora de Glicilglicina, liberando la p – nitroanilina. En condiciones de reacción la cantidad de p – nitroanilina liberada es directamente proporcional a la actividad GGT de la muestra (suero).

γ -glutamil p-nitroanilida + glicilglicina $\xrightarrow{\gamma\text{-GT}}$

γ -glutamil glicilglicina + p– nitroanilina

Condiciones de reacción :

Longitud de Onda (λ)	:	405 nm.
Temperatura de reacción	:	37° C.
Tiempo de reacción	:	3 minutos.
Volumen de muestra	:	100 μ l.
Volumen final de reacción	:	1.6 ml.
Factor de lectura	:	1.616

Procedimiento: de acuerdo al manual del kit comercial γ -G-Test de Wiener Lab.

3.3. ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados obtenidos fueron evaluados por medidas estadísticas descriptivas, empleando la media aritmética como medida de tendencia central y la desviación estándar y el rango como medidas de dispersión.

Asimismo, se utilizó la prueba estadística “t de student” para determinar la existencia de diferencia estadística significativa entre sexos; para determinar diferencia por efecto de la procedencia se utilizó la prueba de ANOVA, y la prueba de Tuckey para determinar diferencias entre estratos.

IV. RESULTADOS

En el presente estudio se consideró la media, la desviación estándar así como los valores mínimos y máximos para establecer el perfil bioquímico sanguíneo hepático del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), los cuales son presentados en los cuadros siguientes:

Los promedios obtenidos en el presente estudio para BT y BD fueron 0.6 y 0.08 mg/dl respectivamente (Cuadro N° 1). En la comparación relacionada al sexo para BT se encontró diferencia significativa entre machos (0.8 mg/dl) y hembras (0.5 mg/dl); pero no para BD (Cuadro N° 2). Con respecto al lugar de procedencia no se encontró diferencia significativa para ambos parámetros (Cuadro N° 3).

Los promedios hallados para PT y Albúmina fueron 6.6 y 3.6 g/dl respectivamente (Cuadro N° 1). La comparación en relación al sexo no tuvo diferencia significativa para PT, pero sí lo hubo para Albúmina, encontrándose 3.3 y 3.8 g/dl de promedio para machos y hembras respectivamente (Cuadro N° 2). En cuanto al lugar de procedencia no se encontró diferencia significativa para ambos parámetros (Cuadro N° 3).

Los promedios de ALT, AST, FA y GGT, hallados en el presente estudio fueron 26.0, 87.6, 73.9 y 42.5 UI/L respectivamente (Cuadro N° 1). La comparación relacionada al sexo no mostró diferencia estadística para estas cuatro enzimas (Cuadro N° 2). En la comparación referida al lugar de procedencia no se halló diferencia significativa para la mayoría de las enzimas, excepto para GGT donde existió diferencia significativa entre el zoológico Huachipa (29.2 UI/L) con respecto al Parque Ecológico Santa Rosa de Lima (43 UI/L) y al Zoológico de la Inmaculada (51.9 UI/L) (Cuadro N° 3).

Cuadro N° 1 Valores de bioquímica sanguínea para evaluar función hepática en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

PARÁMETRO	n	\bar{X}	D.E.	Valor Mínimo	Valor Máximo
Bilirrubina Total (mg/dl)	23	0.6	0.3	0.3	1.1
Bilirrubina Directa (mg/dl)	23	0.08	0.06	0.05	0.26
Proteínas Totales (g/dl)	23	6.6	0.7	5.5	7.8
Albúmina (g/dl)	23	3.6	0.5	2.8	4.6
ALT (UI/l)	23	26.0	9.7	12.0	54.0
AST (UI/l)	23	87.6	22.9	46.0	150.0
Fosfatasa Alcalina (UI/l)	23	73.9	33.8	13.0	136.0
GGT (UI/l)	23	42.5	12.6	11.0	61.0

n : Tamaño de muestra
 \bar{X} : Media
D.E. : Desviación Estándar

Cuadro N° 2 Valores comparativos de bioquímica sanguínea hepática para machos y hembras del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

PARÁMETRO	n	Machos $\bar{X} \pm D.E.$	n	Hembras $\bar{X} \pm D.E.$
Bilirrubina Total (mg/dl)	7	0.8 \pm 0.3	16	0.5 \pm 0.2
Bilirrubina Directa (mg/dl)	7	0.09 \pm 0.08	16	0.08 \pm 0.03
Proteínas Totales (g/dl)	7	6.3 \pm 0.8	16	6.8 \pm 0.7
Albúmina (g/dl)	7	3.3 \pm 0.3	16	3.8 \pm 0.5
ALT (UI/l)	7	30.6 \pm 13.1	16	23.9 \pm 7.4
AST (UI/l)	7	89.0 \pm 31.1	16	86.9 \pm 19.6
Fosfatasa Alcalina (UI/l)	7	74.1 \pm 35.4	16	73.8 \pm 34.2
GGT (UI/l)	7	48.4 \pm 9.0	16	39.9 \pm 13.3

n : Tamaño de muestra

$\bar{X} \pm D.E.$: Media \pm Desviación Estándar

Cuadro N° 3 Valores de bioquímica sanguínea hepática en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) de acuerdo al lugar de procedencia.

PARÁMETRO	n	Procedencia	$\bar{X} \pm D.E.$
Bilirrubina Total (mg/dl)	6	Huachipa	0.6 ± 0.3
	9	Santa Rosa	0.5 ± 0.1
	8	La Inmaculada	0.8 ± 0.3
Bilirrubina Directa (mg/dl)	6	Huachipa	0.07 ± 0.04
	9	Santa Rosa	0.06 ± 0.04
	8	La Inmaculada	0.10 ± 0.07
Proteínas Totales (g/dl)	6	Huachipa	7.0 ± 0.4
	9	Santa Rosa	6.5 ± 0.6
	8	La Inmaculada	6.5 ± 0.9
Albúmina (g/dl)	6	Huachipa	3.8 ± 0.3
	9	Santa Rosa	3.6 ± 0.5
	8	La Inmaculada	3.6 ± 0.6
ALT (UI/l)	6	Huachipa	25.0 ± 4.9
	9	Santa Rosa	26.3 ± 6.7
	8	La Inmaculada	26.3 ± 15.0
AST (UI/l)	6	Huachipa	81.7 ± 24.6
	9	Santa Rosa	91.0 ± 16.6
	8	La Inmaculada	88.1 ± 29.3
Fosfatasa Alcalina (UI/l)	6	Huachipa	60.8 ± 47.8
	9	Santa Rosa	73.6 ± 30.6
	8	La Inmaculada	84.0 ± 24.9
GGT (UI/l)	6	Huachipa	29.2 ± 11.5
	9	Santa Rosa	43.0 ± 9.6
	8	La Inmaculada	51.9 ± 6.8

n : Tamaño de muestra

$\bar{X} \pm D.E.$: Media \pm Desviación Estándar

V. DISCUSIÓN

En el Perú no se ha realizado estudios de bioquímica sanguínea en venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en consecuencia, la discusión comparativa se hizo y se basó con los valores encontrados en esta especie, llevados a cabo por White y Cook (1974), Chao *et al.* (1984) y Klinger *et al.* (1986), todos en Norteamérica; así como los datos del International Species Information System (1999), provenientes de exámenes médicos anuales de venados cola blanca aparentemente sanos procedentes de diversos zoológicos de Europa y los Estados Unidos de Norteamérica.

Los valores (media \pm DE) de Bilirrubina obtenidos en el presente estudio fueron: Bilirrubina Total: 0.6 ± 0.3 mg/dl (0.3 – 1.1); Bilirrubina Directa: 0.08 ± 0.06 mg/dl (0.05 – 0.26). Los valores de BT hallados son menores a los valores obtenidos por el ISIS (1999), que indica 1.4 mg/dl de promedio, con valores mínimos y máximos de 0.2 y 3.6 mg/dl respectivamente. Asimismo, los valores de BD hallados son menores a los reportados por el ISIS (1999) 0.2 mg/dl de promedio, con valores mínimos y máximos de 0.1 y 0.3 respectivamente.

La diferencia de los valores de Bilirrubina total con respecto a los del ISIS (1999), se puede deber a diferencias en la localidad geográfica, las condiciones climáticas; incluso los valores pueden diferir de un laboratorio a otro. Meyer y Harvey (1998), además señalan que el efecto de ciertas drogas como antibióticos (sulfonamidas y cefalosporinas), AINES (acetaminofén y fenilbutazona), igualmente factores como la lipemia y la hemólisis en las muestras pueden incrementar los valores de BT en el suero. Según Benjamín (1991) caballos sometidos a ayuno por 24 horas produce un aumento considerable de la BT sérica y es más pronunciada cuando afecta el tracto gastrointestinal. También la hemoconcentración, efecto de la disminución de la ingesta de líquidos en bovinos puede aumentar los niveles de BT sérica; mientras que en animales tratados con ácido ascórbico, los valores de BT sérica tienden a disminuir (Meyer y Harvey, 1998).

Los valores (media \pm DE) de Proteínas Totales obtenidos en el presente estudio fueron de **6.6 \pm 0.7 g/dl (5.5 – 7.8)**. Los valores hallados son inferiores a los reportados por el ISIS (1999) que indica un promedio de 7.2 g/dl, con valores mínimos y máximos de 5.8 y 11.9 g/dl respectivamente. Sin embargo son ligeramente superiores a los hallados por White y Cook (1974) y Klinger *et al.* (1986) con valores de 6.4 g/dl y 6.2 g/dl de promedio respectivamente. A pesar de ello, el rango de los valores de PT obtenidos en el presente estudio se encuentra dentro de los reportados por el ISIS (1999). Además, de acuerdo con Benjamín (1991) los valores normales de casi todos los animales, varían entre 5 y 8 g/dl. Sin embargo una hipoproteïnemia relativa puede ser consecuencia de un aumento de la cantidad de agua en la sangre; y una hiperproteïnemia relativa se suele observar en casos de deshidratación, siendo ambos cambios fisiológicamente normales (IICA, 1989).

Los valores (media \pm DE) de Albúmina obtenidos en el presente estudio fueron de **3.6 \pm 0.5 g/dl (2.8 – 4.6)**. Los valores hallados son superiores a los reportados por el ISIS (1999) con 2.9 g/dl de promedio, y valores mínimos y máximos de 2.0 y 3.6 g/dl respectivamente. También, son mayores a los reportados por Klinger *et al.* (1986) 3.0 g/dl de promedio; pero son ligeramente menores a los encontrados por White y Cook (1974) 3.8 g/dl de promedio. Posiblemente esto se deba a diversos factores como el tipo de dieta, aunque se desconoce el tipo de alimentación usado en estos tres estudios. Según Meyer y Harvey (1998) el uso prolongado de una dieta baja en proteínas causaría una reducción en la concentración sérica de albúmina.

Los valores (media \pm DE) obtenidos de ALT en el presente estudio fueron de **26.0 \pm 9.7 UI/l (12 – 54)**. Los valores hallados son menores a los reportados por el ISIS (1999) 46 UI/l de promedio, con valores mínimos y máximos de 14 y 101 UI/l respectivamente. Mientras que los valores (media \pm DE) de AST obtenidos en el presente estudio fueron de **87.6 \pm 22.9 UI/l (46 – 150)**, los cuales fueron menores a los reportados por el ISIS (1999) 135 UI/l de promedio, con valores mínimos y máximos de 61 y 424 UI/l respectivamente.

También, son inferiores a los obtenidos por Klinger *et al.* (1986) con valores de 254 UI/l de promedio.

Según Meyer y Harvey (1998), las diferencias en cuanto a los valores de estas dos enzimas con respecto a los otros estudios pueden deberse a las diferentes condiciones climáticas, variaciones estacionales, localización geográfica, variaciones individuales de cada animal; así como a las técnicas de manejo de la muestra y también de un laboratorio a otro. Aunque según Benjamín (1991) la actividad disminuida de estas enzimas puede ser por deficiencia de piridoxina y al uso de ciertas drogas (fenotiacina y cefazolina); mientras que su incremento puede estar relacionado al efecto de corticosteroides, antibióticos (gentamicina, eritromicina y sulfonamidas) y AINES (ibuprofeno y fenilbutazona), descartando su empleo en los animales del presente estudio. Además los valores disminuidos son indicadores de integridad hepática que según Doxey (1987), a mayor concentración enzimática mayor también será el daño.

Los valores (media \pm DE) obtenidos de FA en el presente estudio fueron **73.9 \pm 33.8 UI/l (13 - 136)**, éstos fueron mayores a los reportados por el ISIS (1999) 49 UI/l de promedio, con valores mínimos y máximos de 9 y 128 UI/l respectivamente. Asimismo son superiores a los encontrados por Chao *et al.* (1984) que señala 25.9 UI/l de promedio. Por otro lado son inferiores a los obtenidos por Klinger *et al.* (1986) 129 UI/l de promedio para esta especie. Esta variación, también puede deberse a las razones ya planteadas por Meyer y Harvey (1998) para ALT y AST. Aunque los valores mínimo y máximo de FA obtenidos en el presente estudio son similares a los hallados por el ISIS (1999). Benjamín (1991) también señala que los valores FA incrementan debido al empleo de corticosteroides y antibióticos como la eritromicina y sulfonamida; pero se descartó su uso en los animales muestreados.

Los valores (media \pm DE) obtenidos de GGT en el presente estudio fueron **42.5 \pm 12.6 UI/l (11 - 61)**. Los valores son menores a los reportados por el ISIS (1999) 64 UI/l, con valores mínimos y máximos de 31 y 167 UI/l respectivamente. Igualmente, estos cambios pueden deberse tanto a las

razones propuestas por Meyer y Harvey (1998) para las enzimas anteriormente mencionadas; así como al uso de cierta drogas como los corticosteroides, los cuales pueden elevar el nivel de concentración de esta enzima.

En los análisis estadísticos con respecto a la variable sexo, se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) para BT y Albúmina; pero no hubieron diferencias significativas ($p > 0.05$) para los demás parámetros bioquímicos.

La mayor concentración de BT sérica en machos tal vez sea consecuencia del ayuno previo, sobretodo en aquellos venados provenientes del Zoocriadero de la Inmaculada. Meyer y Harvey (1998) mencionan que caballos sometidos a ayuno durante más de 24 horas experimentan un aumento considerable en la concentración sérica de bilirrubina no conjugada, incrementando así el valor de la BT sérica; sugiriendo que los ácidos grasos acumulados durante el ayuno interfieren la captación de bilirrubina no conjugada con el ácido glucorónico. Benjamín (1991) menciona que podría haber una reducción de la actividad de la enzima glucoronil transferasa, debido a un defecto congénito; pero no hay ictericia clínica.

Mientras que la mayor concentración de albúmina sérica en algunas hembras, probablemente se deba a una disminución de la ingesta de líquidos; ya que según Bush (1982) ésta puede aumentar el nivel de albúmina.

Así mismo, el análisis estadístico con relación a la variable procedencia, hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) para GGT; pero no hubieron diferencias significativas ($p > 0.05$) para los demás parámetros bioquímicos.

La menor concentración sérica de GGT en los animales del Zoológico Huachipa podría deberse a un efecto aleatorio, ya que es preciso mencionar que la mayor parte de sus valores son similares a los animales provenientes de los otros dos zoológicos, a excepción de uno de ellos, cuyo valor es el más bajo de todos.

Adicionalmente, como aporte, se aprovecharon las muestras sanguíneas de 7 venados no anestesiados (sacrificados), que difícilmente son muestreados; así como de 3 cervatillos anestesiados, cuyos resultados se observan a continuación.

Los valores de Bilirrubina para los venados sacrificados fueron: **BT: 1.0 ± 0.3 mg/dl (0.5 – 1.3) y BD: 0.07 ± 0.02 mg/dl (0.05 – 0.10).** Y para cervatillos fueron: **BT: 0.5 ± 0.1 mg/dl (0.5 – 0.6) y BD: 0.08 ± 0.05 mg/dl (0.05 – 0.15).**

Los valores de Proteínas Totales para los venados sacrificados fueron: **6.7 ± 0.9 g/dl (5.4 – 7.5)** y para cervatillos fueron: **5.5 ± 0.1 g/dl (5.3 – 5.8).**

Los valores de Albúmina para los venados sacrificados fueron: **3.4 ± 0.6 g/dl (2.3 – 4.3)** y para cervatillos fueron: **3.7 ± 0.0 g/dl (3.6 – 3.8).**

Los valores obtenidos de ALT para los venados sacrificados fueron: **43.3 ± 23.3 UI/l (26 – 92)** y para cervatillos fueron: **37.0 ± 9.8 UI/l (26 – 45)**; mientras que los valores de AST para los venados sacrificados fueron: **133.0 ± 15.6 UI/l (109 – 155)** y para cervatillos fueron: **97.3 ± 26.8 UI/l (75 – 127).** Según Montané *et al.* (2003) la actividad de las enzimas musculares se incrementa durante la captura y operaciones de manejo debido al aumento de permeabilidad de la célula muscular o al daño de éstas. Estas enzimas, la ALT y AST, aparecen elevadas en muchos ungulados silvestres que sufren miopatía por captura.

Los valores obtenidos de FA para los venados sacrificados fueron: **116.0 ± 53.0 UI/l (47 – 190)** y para cervatillos fueron: **401.3 ± 135.4 UI/l (245 – 483).** Según LeResche *et al.* (1974) la FA puede ser influenciada por factores estresantes como excitación, trauma o daño tisular que es lo que pudo suceder en estos venados sacrificados. Mientras que para cervatillos sus valores fueron más elevados que los adultos y según Benjamín (1991) en condiciones normales, la FA se eleva durante los periodos de crecimiento rápido del hueso en animales jóvenes.

Los valores obtenidos de GGT para los venados sacrificados fueron: **40.1 ± 12.0 UI/l (29 – 64)** y para cervatillos fueron: **42.7 ± 6.4 UI/l (38 – 50)**.

VI. CONCLUSIONES

Se ha establecido un perfil bioquímico sanguíneo para evaluar la función hepática en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) mantenido en cautiverio, permitiendo conocer parámetros fisiológicos de importancia para la salud en esta especie.

No se encontró diferencias significativas entre machos y hembras en cuanto a los valores de bioquímica sanguínea, excepto para BT y Albúmina.

No se encontró diferencias significativas entre zoológicos para los valores de bioquímica sanguínea, excepto para GGT.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Belant, J.; T. Seamans; C. Dwyer. 1996. Evaluation of propane exploders as white-tailed deer deterrents. *Crop Protection*. 15(6): 575-578.

Benjamín, M. 1991. Manual de patología clínica veterinaria. p 269-299. Ed. Limusa. México.

Brack, A.; C. Mendiola. 2000. Ecología del Perú. p 360-361. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Lima, Perú.

Bush, M. 1982. Manual del laboratorio veterinario de análisis clínico. p 223-265. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Conover, M.; G. Kania. 1995. Annual variation in white-tailed deer damage in commercial nurseries. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 55: 213-217.

Crooks, K.; D. Garcelon; C. Scott; J. Wilcox; S. Timm; D. Van Vuren. 2003. Hematology and Serum Chemistry of the Island Spotted Skunk on Santa Cruz Island. *Journal of Wildlife Diseases*. 39(2): 460–466.

Cunningham T. 1999. Fisiología veterinaria. 2ª ed. p 16-17. Mc. Graw Hill Interamericana. Madrid, España.

Chao, C.; R. Brown; L. Deftos. 1984. Effects of xylazine immobilization on biochemical and endocrine values in white-tailed deer. *Journal of Wildlife Disease*. 20(4): 328-332.

Devlin, T. 1991. Bioquímica. 2ª ed. p 200-203. Ed. Reverté. Barcelona, España.

Dewey, T.; Animal Diversity Web Staff. 2003. "Odocoileus virginianus" (Online). The Animal Diversity Web. University of Michigan Museum of Zoology. Disponible en: http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Odocoileus_virginianus.html

Doxey, D. L. 1987. Patología clínica y procedimientos de diagnóstico en veterinaria. 2ª ed. p 49-65. Ed. Manual Moderno. México.

Dummler, J. 1999. The ehrlichioses: an overview. The infectious disease Review. 1(2): 110-112.

Fargione, M.; P. Curtis. 1998. Animal Damage Control: white-tailed deer Department of Natural Resources, Cornell University. Ithaca, New York, USA.

Fowler, M. 1993. Zoo and wild life medicine. p 489-492. W.B. Saunders Company. Denver, Colorado, USA.

García, L.; S. Santillán; M. Iozano; R. Vargas. 1988. El venado como recurso aprovechable en el estado de Morelos. En: II Simposio sobre el venado en México. México.

García, S. A. 1995. Fisiología veterinaria. 1ª ed. p 594-598. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid, España.

Guyton, A.; J. Hall. 1997. Tratado de fisiología médica. 9ª ed. p 953-966. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid, España.

Hall, R. 1981. The mammals of North America, Vol. I. John Wiley & Sons. I. Nueva York.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA) 1989. Patología Clínica Veterinaria. p 27-62. Seminario-Taller sobre patología clínica veterinaria. Asunción, Paraguay.

Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2005. White-tailed Deer. Disponible en : http://en.wikipedia.org/wiki/White-tailed_Deer

International Species Information System (ISIS). 1999. Reference ranges for physiological data values. Clinical pathology records report-ISIS/In house reference values mammals. Disponible en <http://www.worldzoo.org>

Kaneko, J.; C. Cornelius. 1971. Clinical biochemistry of domestic animals. 2ª ed. p 161-215. Academic Press New York, USA.

Klinger, S.; R. Robel; B. Brown; B. Brent. 1986. Blood characteristics of white-tailed deer from northeastern Kansas. Journal of Wildlife Diseases. 22(3): 385-388.

Kraft, H.; D. Shillinger. 1998. Métodos de laboratorio clínico en medicina veterinaria de mamíferos domésticos. p 74-78. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

LeResche; R.; U. Seal; P. Karns; A. Frazmann. 1974. A review of blood chemistry of moose and other Cervidae with emphasis on nutritional assessment. Nat. Can. 101: 263-290.

Lockhart, J.; W. Davidson; D. Stallknecht; J. Dawson; E. Howerth. 1997. Isolation of *Ehrlichia chaffensis* from wild white tailed deer (*Odocoileus virginianus*) confirms their role as natural reservoir hosts. J Clin Microbiol. 35(7): 1681-1686.

Medway, W.; J. Prier; J. Wilkinson. 1986. Patología clínica veterinaria. 1ª ed. p 45-49, 61-73. Ed. UTEHA. México.

Mendoza, M. 1988. El manejo en parques zoológicos del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). II Simposio sobre el venado en México. México.

Merck. 2000. El manual Merck de veterinaria. 5ª ed. p 246-251. Océano Grupo Editorial, S.A. Barcelona, España.

Meyer, D.; J. Harvey. 1998. Veterinary laboratory medicine. Interpretation and diagnosis. 2ª ed. p 3, 160-169. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA.

Myers, P.; R. Espinosa; C. Parr; T. Jones; G. Hammond; A. Dewey. 2005. The Animal Diversity Web. University of Michigan Museum of Zoology. Disponible en:

http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/classification/path/Odocoileus_virginianus.html

Montané, J.; I. Marco; J. López; D. Perpiñán; X. Manteca; S. Lavín. 2003. Effects of acepromazine on capture stress in roe deer (*capreolus capreolus*). *Journal of Wildlife Diseases*. 39(2): 375–386.

Quintanilla, J.; R. Ramirez; J. Villareal. 1988. Determinación de la composición botánica de la dieta del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en los agostaderos de Nuevo León. II Simposio sobre el venado en México. México.

Palmer, M.; G. Gosch; R. Lyon; W. Waters; D. Whipple. 2002. Apoptosis in lymph node granulomas from White-tailed Deer (*Odocoileus virginianus*) experimentally infected with *Mycobacterium bovis*. *J. Comp. Path.* 127: 7–13.

Pérez, J.; F. González; J. Granados; C. Pérez; P. Fandos; R. Soriquer; E. Serrano. 2003. Hematologic and biochemical reference intervals for spanish ibex. *Journal of Wildlife Diseases*, 39(1): 209–215.

Radostis, O.; G. Clive; D. Blood; K. Hinchcliff. 2002. Medicina veterinaria. 9ª ed. p 411-421. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid, España.

Ramirez, R.; J. Quintanilla; J. Aranda. 1997. White-tailed deer food habits in northeastern Mexico. *Small Ruminant Research*. 25: 141-146.

Redford, K.H., J.F. Eisenberg. 1992. Mammals of the Neotropics Vol. 2: The Southern Cone. The University of Chicago Press. Chicago, IL., EUA.

Rooney, T.; D. Walle. 2003. Direct and indirect effects of white-tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*. 181: 165–176.

Rutberg, A.; R. Naugle; L. Thiele; I. Liu. 2004. Effects of immunocontraception on a suburban population of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Biological Conservation*. 116: 243–250.

Snyder, S. 1991. *Odocoileus virginianus*. System. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Rocky Mountain Research Station.

Spraker, T. R. 1993. Stress and capture myopathy in artiodactyls. *In* Zoo and wild animal medicine. Current therapy 3, M. E. Fowler (ed.). W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, pp. 481–488

Stockton, S.; S. Allombert; A. Gaston; J. Martin. 2005. A natural experiment on the effects of high deer densities on the native flora of coastal temperate rain forests. *Biological Conservation*. 126: 118–128.

Villavicencio, V. 1993. Bioquímica. 1ª ed. p 103-105, 130 -131. CONCYTEC. Lima, Perú.

Western North Carolina Nature Center. 2002. White-Tailed Deer (*Odocoileus virginianus*). Asheville, NC, USA. Disponible en : <http://wildwnc.org/af/whitetaildeer.html>

White, M.; R. Cook. 1974. Blood Characteristics of Free-ranging White-tailed deer in Southern Texas. *Journal of Wildlife Diseases*. 10: 18-24.

Wise, S. 1988. The white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). Wisconsin Dept. of Natural Resources - Bureau of Wildlife Management.

Wood, W. 1999. 2-Methylcarboxylic acids in the interdigital glands of whitetail deer, *Odocoileus virginianus dacotensis*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 27: 93-95.

VIII. APÉNDICE

Apéndice N° 1 Resultados de bioquímica sérica para evaluar función hepática en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) criado en cautiverio en la provincia de Lima.

	Lugar	Sexo	Bilirrubina Total (mg/dl)	Bilirrubina Directa (mg/dl)	Proteínas Totales (g/dl)	Albúmina (g/dl)
1	Huachipa	M	0.3	0.05	7.2	3.5
2	Huachipa	H	0.4	0.06	7.0	3.3
3	Huachipa	H	0.4	0.06	6.4	3.8
4	Huachipa	H	0.3	0.05	6.6	4.0
5	Huachipa	H	1.0	0.05	7.4	4.1
6	Huachipa	H	0.9	0.15	7.5	3.8
7	Santa Rosa	H	0.8	0.05	6.9	4.4
8	Santa Rosa	H	0.3	0.05	5.7	3.2
9	Santa Rosa	H	0.4	0.05	6.7	4.2
10	Santa Rosa	M	0.5	0.05	7.2	3.4
11	Santa Rosa	H	0.6	0.06	5.5	2.8
12	Santa Rosa	H	0.6	0.05	7.1	3.9
13	Santa Rosa	H	0.3	0.06	6.0	3.9
14	Santa Rosa	H	0.4	0.05	6.7	3.4
15	Santa Rosa	H	0.6	0.16	6.4	3.2
16	La Inmaculada	M	1.1	0.05	5.5	3.0
17	La Inmaculada	M	1.0	0.05	5.5	2.8
18	La Inmaculada	M	1.1	0.10	5.6	3.1
19	La Inmaculada	M	0.7	0.05	6.2	3.6
20	La Inmaculada	H	0.5	0.05	7.5	4.4
21	La Inmaculada	M	0.7	0.26	6.8	3.6
22	La Inmaculada	H	0.5	0.10	7.0	3.7
23	La Inmaculada	H	0.5	0.15	7.8	4.6

MEDIA	0.6	0.08	6.6	3.6
D.E.	0.3	0.06	0.7	0.5

Apéndice N° 2 Resultados de bioquímica sérica para evaluar función hepática en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) criado en cautiverio en la provincia de Lima.

	Lugar	Sexo	ALT (UI/l)	AST (UI/l)	FA (UI/l)	GGT (UI/l)
1	Huachipa	M	24.0	92.0	13.0	35.0
2	Huachipa	H	27.0	66.0	47.0	45.0
3	Huachipa	H	17.0	72.0	40.0	11.0
4	Huachipa	H	24.0	46.0	136.0	26.0
5	Huachipa	H	32.0	111.0	102.0	33.0
6	Huachipa	H	26.0	103.0	27.0	25.0
7	Santa Rosa	H	17.0	69.0	81.0	46.0
8	Santa Rosa	H	33.0	108.0	27.0	30.0
9	Santa Rosa	H	19.0	90.0	47.0	32.0
10	Santa Rosa	M	24.0	82.0	129.0	45.0
11	Santa Rosa	H	36.0	94.0	108.0	45.0
12	Santa Rosa	H	29.0	71.0	74.0	50.0
13	Santa Rosa	H	22.0	115.0	61.0	43.0
14	Santa Rosa	H	24.0	82.0	74.0	35.0
15	Santa Rosa	H	33.0	108.0	61.0	61.0
16	La Inmaculada	M	27.0	66.0	82.0	41.0
17	La Inmaculada	M	34.0	55.0	65.0	48.0
18	La Inmaculada	M	54.0	150.0	95.0	56.0
19	La Inmaculada	M	38.0	102.0	74.0	61.0
20	La Inmaculada	H	13.0	96.0	64.0	51.0
21	La Inmaculada	M	13.0	76.0	61.0	53.0
22	La Inmaculada	H	19.0	75.0	136.0	46.0
23	La Inmaculada	H	12.0	85.0	95.0	59.0

MEDIA	26.0	87.6	73.9	42.5
D.E.	9.7	22.9	33.8	12.6

Apéndice N° 3 Valores comparativos del perfil bioquímico hepático sanguíneo en Venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

PARÁMETRO	ISIS (1999)	White y Cook (1974)	Chao <i>et al.</i> (1984)	Klinger <i>et al.</i> (1986)
Bilirrubina Total (mg/dl)	1.4 ± 0.8	-----	-----	-----
Bilirrubina Directa (mg/dl)	0.2 ± 0.1	-----	-----	-----
Proteínas Totales (g/dl)	7.2 ± 1.6	6.4	-----	6.2 ± 0.7
Albúmina (g/dl)	2.9 ± 0.5	3.8	-----	3.0 ± 0.4
ALT (UI/l)	46 ± 23	-----	-----	-----
AST (UI/l)	135 ± 82	-----	-----	254 ± 331
Fosfatasa Alcalina (UI/l)	49 ± 28	-----	25.9	129 ± 44
GGT (UI/l)	64 ± 36	-----	-----	-----

Apéndice N° 4 Resultados de bioquímica sérica hepática en venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) no anestesiados criados en cautiverio en el Zoológico Huachipa.

	Lugar	Sexo	Bilirrubina Total (mg/dl)	Bilirrubina Directa (mg/dl)	Proteínas Totales (g/dl)	Albúmina (g/dl)
1	Huachipa	M	0.9	0.05	5.5	2.3
2	Huachipa	M	1.2	0.06	7.5	4.3
3	Huachipa	M	1.3	0.10	7.5	3.7
4	Huachipa	M	1.1	0.10	7.2	3.2
5	Huachipa	M	0.5	0.06	6.6	3.5
6	Huachipa	M	0.8	0.05	6.9	3.7
7	Huachipa	M	1.0	0.05	5.4	3.1

Apéndice N° 5 Resultados de bioquímica sérica hepática en venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) no anestesiados criados en cautiverio en el Zoológico Huachipa.

	Lugar	Sexo	ALT (UI/l)	AST (UI/l)	FA (UI/)	GGT (UI/l)
1	Huachipa	M	33	155	47	64
2	Huachipa	M	26	141	81	29
3	Huachipa	M	26	141	88	33
4	Huachipa	M	40	118	190	43
5	Huachipa	M	52	129	183	42
6	Huachipa	M	92	138	115	40
7	Huachipa	M	34	109	108	30

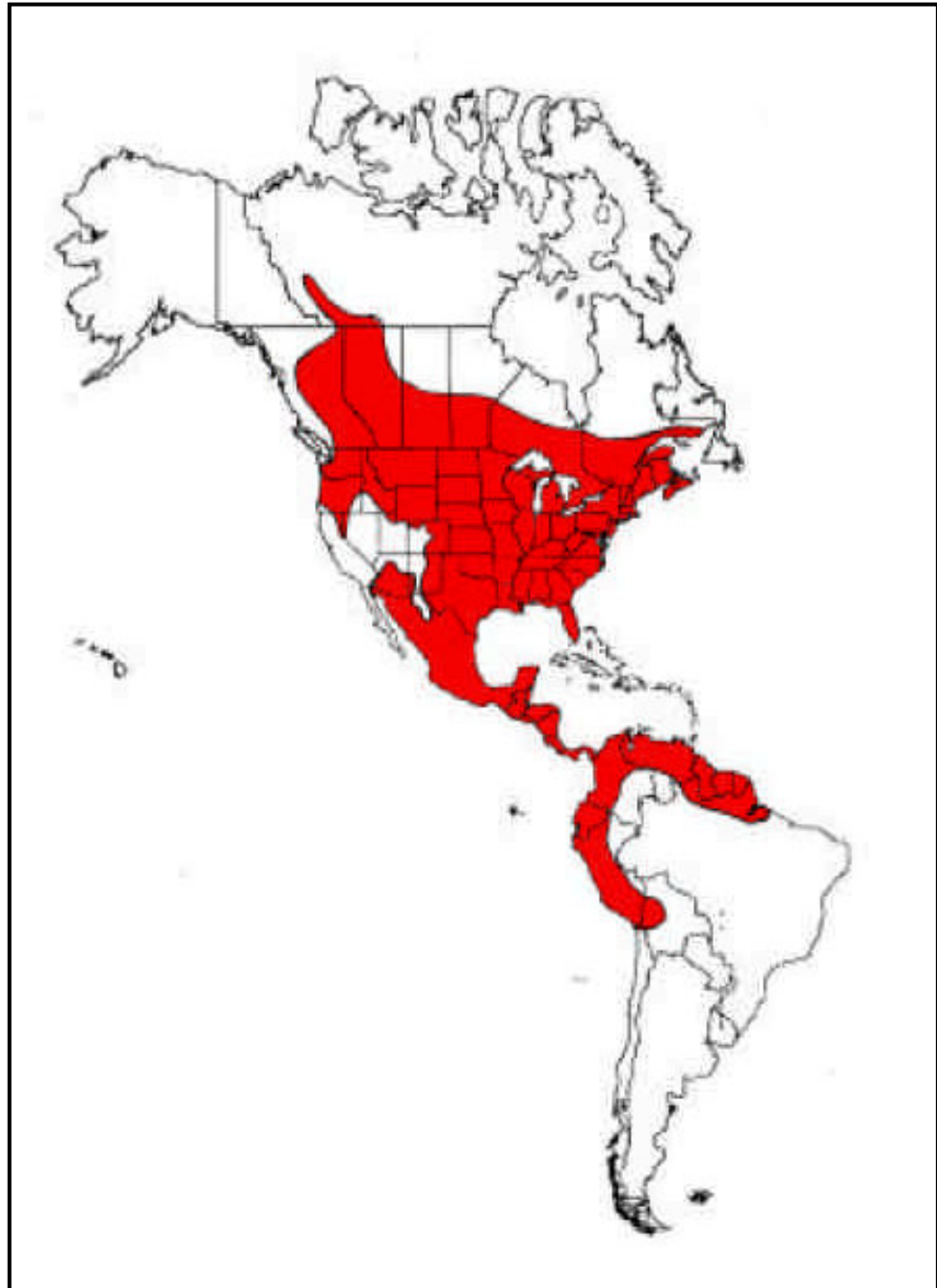
Apéndice N° 6 Resultados de bioquímica sérica hepática en cervatillos cola blanca (*Odocoileus virginianus*) anestesiados, criados en cautiverio en el Parque Ecológico Santa Rosa de Lima.

	Lugar	Sexo	Bilirrubina Total (mg/dl)	Bilirrubina Directa (mg/dl)	Proteínas Totales (g/dl)	Albúmina (g/dl)
1	Sta.Rosa	M	0.5	0.05	5.5	3.6
2	Sta.Rosa	M	0.6	0.05	5.3	3.8
3	Sta.Rosa	M	0.5	0.15	5.8	3.6

Apéndice N° 7 Resultados de bioquímica sérica hepática en cervatillos cola blanca (*Odocoileus virginianus*) anestesiados, criados en cautiverio en el Parque Ecológico Santa Rosa de Lima.

	Lugar	Sexo	ALT (UI/l)	AST (UI/l)	FA (UI/l)	GGT (UI/l)
1	Sta.Rosa	M	40	75	245	40
2	Sta.Rosa	M	45	90	476	50
3	Sta.Rosa	M	26	127	483	38

Apéndice N° 8 Distribución geográfica del Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en América.



Fuente: Hall, 1981; Redford y Eisenberg, 1993.

Apéndice N° 9 Instalaciones del Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)
en el Zoocriadero de la Inmaculada.



Apéndice N° 10 Instalaciones del Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)
en el Parque Ecológico Santa Rosa de Lima.



Apéndice N° 11 Aplicación del anestésico utilizando una cerbatana
conteniendo un dardo cargado.



Apéndice N° 12 Ejemplar de Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)
anestesiado.



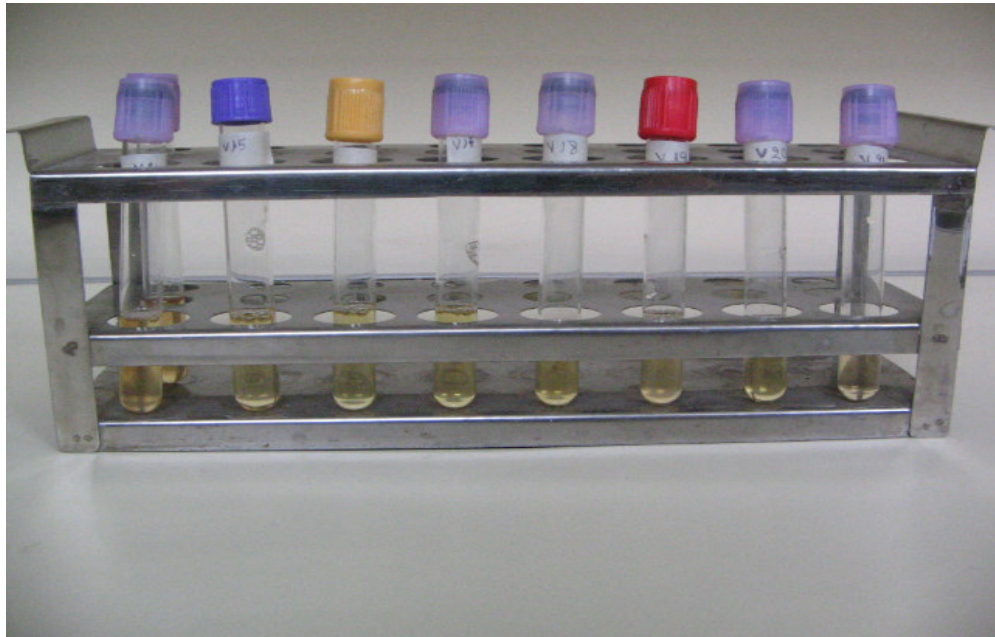
Apéndice N° 13 Extracción de sangre de la vena safena.



Apéndice N° 14 Materiales y equipos para la determinación del perfil bioquímico sanguíneo hepático.



Apéndice N° 15 Obtención del suero después del proceso de centrifugación.



Apéndice N° 16 Procesamiento de las muestras.



Apéndice N° 17 Lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro.

